

PAT-NO: JP02001321965A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001321965 A  
TITLE: CORNER JOINING METHOD BY FRICTION STIR WELDING  
PUBN-DATE: November 20, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOMIZAWA, KATSUAKI	N/A
ENOMOTO, MASATOSHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NISSHO IWAI HITETSU HANBAI KK	N/A
SHOWA DENKO KK	N/A

APPL-NO: JP2000147775

APPL-DATE: May 19, 2000

INT-CL (IPC): B23K020/12

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a corner joining method by friction stir welding capable of preventing generation of a joining defect at a joining part in the corner joining method by friction stir joining to join butt ends of two joining members assembled to form a corner part.

SOLUTION: A joining auxiliary material 7 of a triangular shaped cross section is filled/arranged to a corner part 5. A probe 12 of a joining tool 10, while rotating, is inserted into the butting faces 3 of both joining members 1, 2 through the joining auxiliary material 7. Further, an end face 11a of a rotating piece 11 of the joining tool 10 is brought into pressure contact with an outer face 7a of the joining auxiliary material 7. At this state, by relatively moving the

probe 12 along the butting part 3, both joining members 1, 2 are corner-joined.

COPYRIGHT: (C) 2001, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-321965  
(P2001-321965A)

(43)公開日 平成13年11月20日(2001.11.20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
B 2 3 K 20/12

識別記号  
310

F I  
B 2 3 K 20/12

テ-マ-ト\* (参考)  
4 E 0 6 7

審査請求 未請求 請求項の数 3 O.L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2000-147775(P2000-147775)

(22)出願日 平成12年5月19日(2000.5.19)

(71)出願人 599068315

日商岩井非鉄販売株式会社  
東京都文京区西片1丁目15番15号

(71)出題人 000002004

昭和電工株式会社  
東京都港区芝大門1丁目13番9号

(72)発明者 富沢 勝昭

東京都文京区西片1丁目15番15号 日商岩井  
井非鉄販売株式会社内

(74)代理人 100071168

弁理士 清水 久義 (外2名)

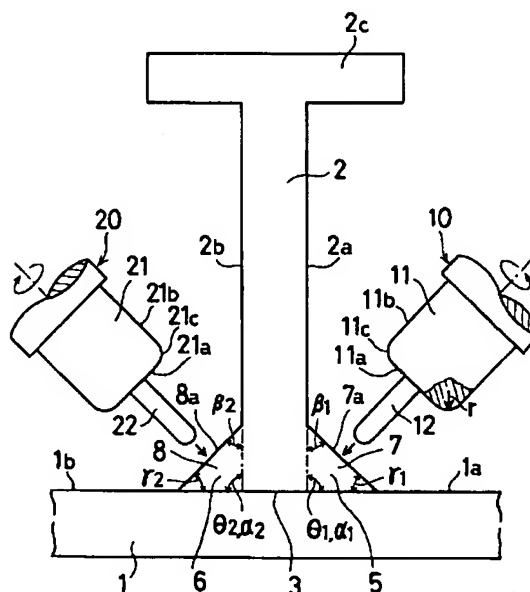
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合によるすみ接合法

(57) 【要約】

【課題】 すみ部が形成されるように合わされた２個の接合部材の合わせ部をすみ部から接合する、摩擦攪拌接合によるすみ接合法であって、接合部に接合欠陥が発生することを防止できる、摩擦攪拌接合によるすみ接合法を提供すること。

【解決手段】 すみ部5内に、断面三角形形状の接合補助材7を充填配置する。そして、接合工具10のプロープ12を回転させながら両接合部材1,2の合わせ部3に接合補助材7を介して挿入する。さらに接合工具10の回転子11の端面11aを接合補助材7の外面7aに圧接する。この状態で、プロープ12を合わせ部3に沿って相対的に移動させることにより、両接合部材1,2をすみ接合する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 径大の回転子(11)の端面(11a)の回転軸線上に径小のプロープ(12)が突設された接合工具(10)を用い、

すみ部(5)が形成されるように合わされた2個の接合部材(1)(2)の合わせ部(3)又はその近傍に、回転する前記プロープ(12)を前記すみ部(5)から挿入し、

この状態で、プロープ(12)を合わせ部(3)に沿って相対的に移動させることにより、両接合部材(1)

(2)をすみ部(5)に接合する摩擦攪拌接合によるすみ接合法であって、

すみ部(5)内に断面三角形の接合補助材(7)を充填配置し、

すみ部(5)においてプロープ(12)を接合補助材(7)を介して合わせ部(3)又はその近傍に挿入するとともに、回転子(11)の端面(11a)を接合補助材

(7)の外周(7a)に当接させ、この接合補助材(7)を両接合部材(1)(2)とともに軟化攪拌させることにより、両接合部材をすみ接合することを特徴とする摩擦攪拌接合によるすみ接合法。

【請求項2】 前記すみ部は、両接合部材(1)(2)のうちいずれか一方の接合部材(2)の両側に形成されており、

各すみ部に対してそれぞれ接合工具を用いることにより、各すみ部における接合を同時に実施する請求項1記載の摩擦攪拌接合によるすみ接合法。

【請求項3】 前記接合補助材(7)が、両接合部材のうちいずれか一方の接合部材(2)に一体に設けられている請求項1又は2記載の摩擦攪拌接合によるすみ接合法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、すみ部を有する継手(例えば、T継手や重ね継手)の合わせ部をすみ部から接合する、摩擦攪拌接合によるすみ接合法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】固相接合法の範疇に入る摩擦攪拌接合法として、次のような方法が提案されている。即ち、図9に示すように、径大の円柱状回転子(111)の端面(111a)の回転軸線上に径小のピン状プロープ(112)が一体に突設された接合工具(110)を用い、前記回転子(111)を回転させることによりプロープ(112)を回転させ、このプロープ(112)を突合せ状態に配置された2個の平板状接合部材(101)(102)の突合せ部(103)に挿入する。挿入は、回転子(111)の端面(111a)が両接合部材(101)(102)の表面に当接するまで行われる。そして、この状態で、プロープ(112)を突合せ部(103)に沿って両接合部材(101)(102)に対し相対

的に移動させる。

【0003】すると、プロープ(112)の回転により発生する摩擦熱と、回転子(111)の端面(111a)と両接合部材(101)(102)の表面との摺動に伴い発生する摩擦熱とによって、プロープ(112)との接触部分近傍において両接合部材(101)(102)は軟化し、且つ該軟化部分がプロープ(112)の回転力を受けて攪拌混合されるとともに、プロープ(112)の移動に伴って該攪拌部分がプロープ(112)の通過溝を埋めるように塑性流動したのち摩擦熱を失って冷却固化される。この現象がプロープ(112)の移動に伴って順次繰返されていき、最終的に両接合部材(101)(102)が突合せ部(103)において接合一体化(接合部W')されるものである。

【0004】この摩擦攪拌接合法は、固相接合法の範疇に入り、接合される金属材料の種類に制限を受けないとか、接合に伴う熱歪みが少ない等の優れた利点を有し、近年、様々な構造物の組立現場で用いられてきている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、LNGタンクをはじめ船舶や車両フロア用パネル等の構造物では、図10に示すように、断面T字状になるように合わせられた2個の板状接合部材(121)(122)の合わせ部(123)をすみ部(125)(126)から接合しなければならない場合がある。この場合には、次のような難点があった。

【0006】すなわち、図11に示すように、両接合部材(121)(122)の合わせ部(123)に前記接合工具(110)のプロープ(112)をすみ部(125)両側の表面(121a)(122a)間から挿入すると、回転子(111)の端面(111a)がすみ部(125)両側の表面(121a)(122a)のいずれにも面接触状態に当接し得ないので、摩擦熱を十分に発生させることができず、接合欠陥が生じ易いという難点があった。

【0007】さらに、図10に示すように、一方の接合部材(122)の合わせ面に切削痕等からなる凹凸が存在している場合には、これを他方の接合部材(121)の表面に合わせると、この合わせ部(123)に前記凹凸に起因する隙間(124)が形成されることとなる。このような状態のままで合わせ部(123)をすみ部(125)から摩擦攪拌接合すると、接合部に未接合部分が生じたりボイドが生じたりして接合欠陥が発生し易いという難点があった。

【0008】この発明は、このような難点を解消するためになされたもので、その目的は、すみ部が形成されるように合わされた2個の接合部材の合わせ部をすみ部から接合する、摩擦攪拌接合によるすみ接合法であって、接合部に接合欠陥が発生することを防止できる摩擦攪拌接合によるすみ接合法を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するた

め、請求項1の発明は、径大の回転子の端面の回転軸線上に径小のプロープが突設された接合工具を用い、すみ部が形成されるように合わせられた2個の接合部材の合わせ部又はその近傍に、回転する前記プロープを前記すみ部から挿入し、この状態で、プロープを合わせ部に沿って相対的に移動させることにより、両接合部材をすみ接合する摩擦攪拌接合によるすみ接合法であって、すみ部内に断面三角形形状の接合補助材を充填配置し、すみ部においてプロープを接合補助材を介して合わせ部又はその近傍に挿入するとともに、回転子の端面を接合補助材の外面に当接させ、この接合補助材を両接合部材とともに軟化攪拌させることにより、両接合部材をすみ接合することを特徴としている。

【0010】この請求項1の発明では、すみ部内に断面三角形形状の接合補助材が充填配置されることにより、接合時に接合工具の回転子の端面を接合補助材の外面に当接させ得るようになる。この結果、摩擦熱を十分に発生させることができるようになり、もって摩擦熱不足による接合欠陥の発生が防止される。

【0011】また、このすみ接合法では、接合時に、摩擦熱により軟化した接合補助材の軟化部分の素地の一部が回転子の端面からの圧力を受けて合わせ部に形成された隙間内に充填され、この状態で、両接合部材の軟化部分と接合補助材の軟化部分とがプロープの回転力を受けて攪拌混合されてこの攪拌部分が摩擦熱を失って冷却固化される。したがって、合わせ部に隙間が形成されている場合であっても、未接合部やボイド等の接合欠陥の発生を防止することができる。

【0012】請求項2の発明は、上記請求項1記載の摩擦攪拌接合によるすみ接合法において、前記すみ部は、両接合部材のうちいずれか一方の接合部材の両側に形成されており、各すみ部に対してそれぞれ接合工具を用いることにより、各すみ部における接合を同時に実施することを採用した。

【0013】この請求項2では、各すみ部における接合を同時に実施することにより、接合に要する時間が短縮されて、接合作業能率が向上する。

【0014】請求項3の発明は、上記請求項1又は2記載の摩擦攪拌接合によるすみ接合法において、前記接合補助材が、両接合部材のうちいずれか一方の接合部材に一体に設けられていることを採用した。

【0015】この請求項3では、両接合部材を合わせることで、接合補助材がすみ部内に充填配置されることとなる。この結果、接合補助材の充填作業を別途行う必要がなくなり、接合作業能率が格段に向上する。

【0016】

【発明の実施の形態】次に、この発明の実施形態について、図面を参照して説明する。

【0017】図1～図4は、この発明の第1実施形態を示している。

【0018】図1において、(1)は板状の第1接合部材、(2)は同じく板状の第2接合部材である。これら接合部材(1)(2)はいずれもアルミニウム又はその合金(例えばA6061、A5083)の押出型材製のものである。そして、第1接合部材(1)の表面に、第2接合部材(2)の幅方向の一端面(合わせ面)が合わせられており、このため、図4に示すように、第2接合部材(2)の厚さ方向の両側には、それぞれ1個のすみ部(5)(6)が形成されている。この各すみ部(5)(6)内には、後述するように接合補助材(7)(8)が充填配置されている。

【0019】さらに、この第2接合部材(2)の合わせ面には、微細な凹凸(図示せず)が形成されており、このため両接合部材(1)(2)の合わせ部(3)に、前記微細凹凸に起因する隙間(図示せず)が形成されている。一方、第2接合部材(2)の幅方向の他端面には、鋸部(2c)が断面T字状をなして一体形成されている。

【0020】図4に示すように、前記2個のすみ部(5)(6)において、第2接合部材(2)の厚さ方向の両表面(2a)(2b)のうちの一方(図4において右側)の表面(2a)と第1接合部材(1)の表面(1a)との間に形成された第1すみ部(5)のすみ角度( $\theta_1$ )は、直角であり、同じく第2接合部材(2)の他方(図4において左側)の表面(2b)と第1接合部材(1)の表面(1b)との間に形成された第2すみ部(6)のすみ角度( $\theta_2$ )も、直角である。

【0021】そして、前記第1すみ部(5)内に、断面三角形形状の第1接合補助材(7)が該第1すみ部(5)に沿って充填配置されており、同じく前記第2すみ部(6)内に、断面三角形形状の第2接合補助材(8)が該第2すみ部(6)に沿って充填配置されている。前記第1接合補助材(7)と第2接合補助材(8)は、互いに同形同寸であり、且つ両接合部材(1)(2)と同じ材料から製作されている。

【0022】前記第1接合補助材(7)は、第1すみ部(5)のすみ角度( $\theta_1$ )と等しい角度 $\alpha_1$ を有する頂角と、 $90^\circ$ より小さい角度 $\beta_1$ 、 $\gamma_1$ を有する2つの底角とを備えた断面三角形形状のものであり、これにより、第1接合補助材(7)は、第1すみ部(5)内に充填された状態で、その底面となる外面(7a)が第1すみ部(5)両側の表面(1a)(2a)に対して傾斜面をなすものとなされている。これと同じく、前記第2接合補助材(8)は、第2すみ部(6)のすみ角度( $\theta_2$ )と等しい角度 $\alpha_2$ を有する頂角と、 $90^\circ$ より小さい角度 $\beta_2$ 、 $\gamma_2$ を有する2つの底角とを備えた断面三角形形状のものであり、これにより、第2接合補助材(8)は、第2すみ部(6)内に充填された状態で、その底面となる外面(8a)が第2すみ部(6)両側の表面(1b)(2b)に対して傾斜面をなすものとなされている。さらに、各接合補助材(7)(8)の外面(7a)(7b)の幅寸法は、後

述する接合工具(10)(20)の円柱状回転子(11)(21)の端面(11a)(21a)の直径に対して同寸乃至若干大寸に設定されている。

【0023】この第1実施形態では、第1及び第2接合補助材(7)(8)はいずれも、頂角の角度 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ が直角で、2つの底角の角度 $\beta 1$ 、 $\gamma 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\gamma 2$ が $45^\circ$ のものであり、且つ、第2接合部材(2)の押出加工時に該第2接合部材(2)の対応表面(2a)(2b)に一体形成されたものである。そして、これら第1及び第2接合補助材(7)(8)は、第2接合部材(2)の合わせ面を第1接合部材(1)の表面に合わせた状態のもとで、第1接合部材(1)の表面にぴったりを当接しており、これにより第2接合部材(2)の立上り姿勢を安定良く保持し、接合作業中の第2接合部材(2)の傾動を阻止している。

【0024】図4において、(10)は、両接合部材(1)(2)の合わせ部(3)を第1すみ部(5)から接合するための第1摩擦攪拌接合工具である。同じく、(20)は、合わせ部(3)を第2すみ部(6)から接合するための第2摩擦攪拌接合工具である。これら第1及び第2接合工具(10)(20)は同一構成であって、この構成を第1接合工具(10)を中心に説明すると、第1接合工具(10)は、径大の円柱状回転子(11)と、この回転子(11)の端面(11a)の回転線上に突設された径小のピン状プロープ(12)とを備えている。前記回転子(11)及びプロープ(12)はともに、両接合部材(1)(2)よりも硬質で且つ接合時に発生する摩擦熱に耐え得る耐熱材料から形成されている。さらに、前記プロープ(12)の外周面には、軟化部攪拌用の突部(図示せず)が設けられている。前記回転子(11)の端面(11a)は平坦面からなる。さらに、この回転子(11)の外周面(11b)と端面(11a)との角部(11c)には、半径 $r$ の面取り加工が施されており、これにより該角部(11c)が丸く面取りされている。こうすることにより、もし仮に接合時にこの角部(11c)がすみ部(5)両側の表面(1a)(2a)のいずれか一方の表面に接触した場合であっても、接触に伴う表面の傷付きを防止することができる。

【0025】次に、両接合部材(1)(2)の接合手順について説明する。

【0026】まず、両接合工具(10)(20)の回転子(11)(21)を回転させることによりプロープ(12)(22)を回転させる。そして、図2及び図4に示すように、第1すみ部(5)両側の表面(1a)(2a)間に配置された第1接合工具(10)のプロープ(12)を、両接合部材(1)(2)の合わせ部(3)に第1接合補助材(7)の外側から該第1接合補助材(7)を介して挿入するとともに、回転子(11)の端面(11a)を第1接合補助材(7)の外側(7a)に圧接する。同じく、第2すみ部(6)両側の表面(1b)(2b)間に配置された

第2接合工具(20)のプロープ(22)を合わせ部(3)に第2接合補助材(8)の外側から該第2接合補助材(8)を介して挿入するとともに、回転子(21)の端面(21a)を第2接合補助材(8)の外側(8a)に圧接する。なお、この発明では、各プロープ(12)(22)を両接合部材(1)(2)の長さ方向の端面から合わせ部(3)に挿入しても良い。而して、この第1実施形態では、第1接合工具(10)のプロープ(12)は、第1接合補助材(7)を貫通した状態で挿入されており、同じく第2接合工具(20)のプロープ(22)は、第2接合補助材(8)を貫通した状態で挿入されている。さらに図3に示すように両接合部材(1)(2)の合わせ部(3)の接合線(P)方向に対する両プロープ挿入位置は、同じ位置になっている。そして、この状態で、両プロープ(12)(22)を同速度で合わせ部(3)に沿って移動させる。

【0027】すると、第1接合工具(10)のプロープ(12)の回転により発生する摩擦熱と、回転子(11)の端面(11a)と第1接合補助材(7)の外側(7a)との摺動に伴い発生する摩擦熱とによって、プロープ(12)との接触部分近傍において両接合部材(1)(2)は軟化するとともに第1接合補助材(7)も軟化する。そして、この第1接合補助材(7)の軟化部分の素地の一部が、回転子(11)の端面(11a)からの加圧力を受けて合わせ部(3)に形成された隙間内に充填されながら、両接合部材(1)(2)の軟化部分と第1接合補助材(7)の軟化部分とがプロープ(22)の回転力を受けて攪拌混合される。そして、プロープ(12)の移動に伴いこの攪拌部分がプロープ(12)の進行圧力を受けて該プロープ(12)の通過溝を埋めるように塑性流動した後、摩擦熱を急速に失って冷却固化される。一方、第2接合補助材(8)と両接合部材(1)(2)の合わせ部(3)についても、これと同じ現象が第2接合工具(20)のプロープ(22)の移動に伴って生じる。このような現象が両接合工具(10)(20)のプロープ(12)(22)の移動に伴って順次繰返されていき、最終的に両接合部材(1)(2)が合わせ部(3)において接合一体化される。図1において(W)は接合部を示している。

【0028】而して、このすみ接合法によれば、接合時に各接合工具(10)(20)の回転子(11)(21)の端面(11a)(21a)を接合補助材(7)(8)の外側(7a)(8a)に当接させることができるので、合わせ部(3)に摩擦熱を十分に発生させることができ、摩擦熱不足による接合欠陥の発生を防止することができる。さらに、接合補助材(7)(8)の軟化部分の素地の一部が合わせ部(8)に形成された隙間内に充填されながら接合が行われるので、未接合部やボイド等の接合欠陥の発生を防止することができる。したがって、以上のようにして得られた接合品は、接合部(W)に摩擦熱不足による接

合欠陥が生じておらず、且つ隙間に起因する未接合部やボイド等の接合欠陥も発生していないといった高品位なものとになっている。

【0029】さらに、このすみ接合法では、各接合工具(10)(20)として、回転子(11)(21)の外周面(11b)(21b)と端面(11a)(21a)との角部(11c)(21c)が丸く面取りされたものが用いられているので、もし仮にこの角部(11c)(21c)が接合操作中にすみ部(5)(6)両側の表面(1a, 2a)(1b, 2b)のいずれか一方の表面に接触した場合であっても、接触に伴う表面の傷付きが発生しないので、すみ部(5)(6)両側の表面状態の良好な接合品を得ることができる。

【0030】その上、このすみ接合法では、各すみ部(5)(6)に対してそれぞれ接合工具(10)(20)を用いることにより、各すみ部(5)(6)における接合を同時に実施するものなので、能率良く接合作業を行うことができる。しかも、第1接合補助材(7)と第2接合補助材(8)がともに第2接合部材(2)に一体形成されていて、この第2接合部材(2)を第1接合部材(1)の表面に合わせることで、各接合補助材(7)(8)をすみ部(5)(6)内に充填配置することができるので、各接合補助材(7)(8)の充填操作を別途行う必要がなく、したがって接合作業能率が格段に向上している。

【0031】図5～図7は、この発明の第2実施形態を示している。これら図には、上記第1実施形態と同一乃至類似要素に同一の符号が付されており、以下、この第2実施形態を上記第1実施形態との相違点を中心に説明する。

【0032】この第2実施形態では、図5及び図6に示すように、第1接合補助材(7)と第2接合補助材(8)はともに第2接合部材(2)とは別体になっている。また、図5に示すように、第2接合部材(2)の幅方向の一端面(合わせ面)には、うねり状の凹凸が形成されており、このため、両接合部材(1)(2)の合わせ部(3)には、図6に示すように前記凹凸に起因する隙間(4)が形成されている。なお、図5及び図6では、説明の便宜上、前記凹凸及び隙間(4)を誇張して示している。

【0033】次に、両接合部材(1)(2)の接合手順について説明する。この第2実施形態では、まず両接合部材(1)(2)の第1すみ部(5)内に第1接合補助材(7)を該第1すみ部(5)に沿って充填配置するとともに、第2すみ部(6)内に第2接合補助材(8)を該第2すみ部(6)に沿って充填配置する。次いで、各接合補助材(7)(8)の位置を固定しておき、図7に示すように、第1接合工具(10)と第2接合工具(20)を用いて上記第1実施形態と同じ手順で各すみ部(5)(6)における接合を同時に実施する。こうすることにより、上記第1実施形態の場合と同じく、高品位な接

品を作業能率良く得ることができる。

【0034】図8は、上記第2実施形態の変形例を示している。この変形例においては、同図(イ)に示すように、2個の平板状接合部材(1)(2)の端面はいずれも表面(1a)(2a)に対して傾斜面になっている。そして、この端面同士が合わされることにより、両接合部材(1)(2)の表面(1a)(2a)間に、すみ部(5)が形成されている。このすみ部(5)のすみ角度は上記第2実施形態と同じく直角である。

【0035】この変形例では、同図(ロ)に示すように、すみ部(5)内に断面三角形の接合補助材(7)を充填配置するとともに、断面し字状の受け部材(9)を両接合部材(1)(2)の外側コーナー部に装着する。次いで、接合工具(10)を用いて上記第2実施形態と同じ接合操作で合わせ部(3)をすみ部(5)から接合する。こうすることにより、上記第2実施形態の場合と同じく高品位な接合品を得ることができる。

【0036】以上、この発明の実施形態について説明したが、この発明は上記第1及び第2実施形態に限定されるものではなく、様々に設定変更可能である。

【0037】例えば、上記第1及び第2実施形態はいずれも、接合工具のプロープを両接合部材の合わせ部に沿って移動させることにより、両接合部材をすみ接合する場合を示しているが、この発明では、接合工具のプロープの位置を固定しておき、両接合部材の方を移動させることにより、両接合部材をすみ接合するものであっても良い。

【0038】もとより、重ね継手の合わせ部をすみ部から接合する場合にこの発明に係るすみ接合法を適用しても良い。

【0039】

【発明の効果】上述の次第で、発明に係る摩擦攪拌接合によるすみ接合法は、すみ部内に断面三角形の接合補助材を充填配置し、すみ部においてプロープを接合補助材を介して合わせ部に挿入するとともに、回転子の端面を接合補助材の外面に当接させ、この接合補助材を両接合部材とともに軟化攪拌させることにより、両接合部材をすみ接合するものなので、接合時に摩擦熱を十分に発生させることができ、摩擦熱不足による接合欠陥の発生を防止することができる。しかも、合わせ部に隙間が形成されている場合にあって、接合時に、摩擦熱により軟化した接合補助材の軟化部分の素地の一部が隙間内に充填されるので、隙間に起因する未接合部やボイド等の接合欠陥の発生を防止することができる。

【0040】また、すみ部が、両接合部材のうちいずれか一方の接合部材の両側に形成されており、各すみ部に対してそれぞれ接合工具を用いることにより、各すみ部における接合を同時に実施する場合には、接合に要する時間を短縮することができ、接合作業能率を向上させることができる。

【0041】さらに、接合補助材が、両接合部材のうちいずれか一方の接合部材に一体に設けられている場合には、接合補助材の充填作業を別途行う必要がなくなるので、接合作業能率をより一層向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1実施形態を示す図で、接合途中の状態の斜視図である。

【図2】図1中のII-II線断面図である。

【図3】図2中のIII-III線断面図である。

【図4】同第1実施形態の両接合部材の側面図である。 10

【図5】この発明の第2実施形態を示す図で、接合補助材を充填配置する途中の状態の斜視図である

【図6】図5中のVI-VI線断面図である。

【図7】同第2実施形態における接合途中の状態を示す、図2に対応する断面図である。

【図8】第2実施形態の変形例を示す図で、(イ)は接合補助材を充填配置する途中の状態の断面図、(ロ)は接合途中の状態の断面図である。

【図9】従来の摩擦攪拌接合法を説明するための斜視図である。 20

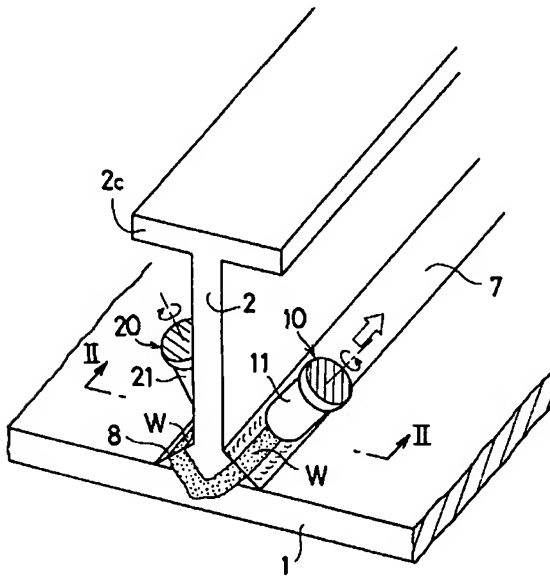
【図10】両接合部材の合わせ部に隙間が形成されている場合の斜視図である。

【図11】従来の摩擦攪拌接合よすみ接合法の欠点を示す断面図である。

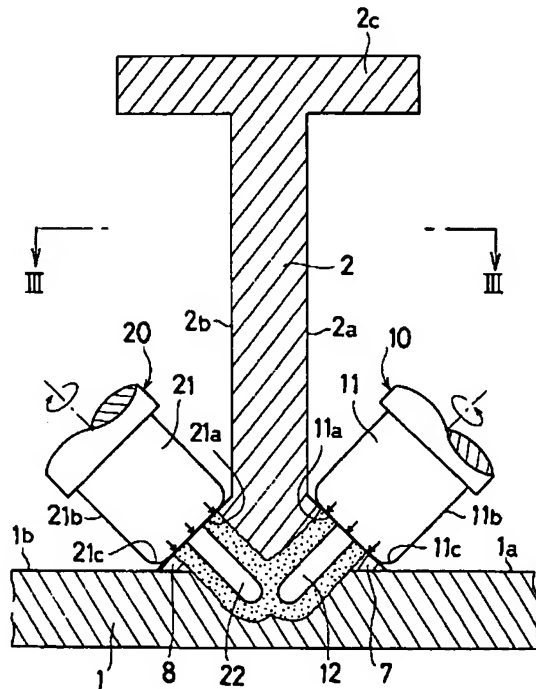
【符号の説明】

- 1、2…接合部材
- 3…合わせ部
- 4…隙間
- 5…第1すみ部
- 6…第2すみ部
- 7…第1接合補助材
- 8…第2接合補助材
- 10、20…接合工具
- 11、21…回転子
- 11a、21a…回転子の端面
- 11b、21b…回転子の外周面
- 11c、21c…角部
- 12、22…ブローブ
- W…接合部

【図1】

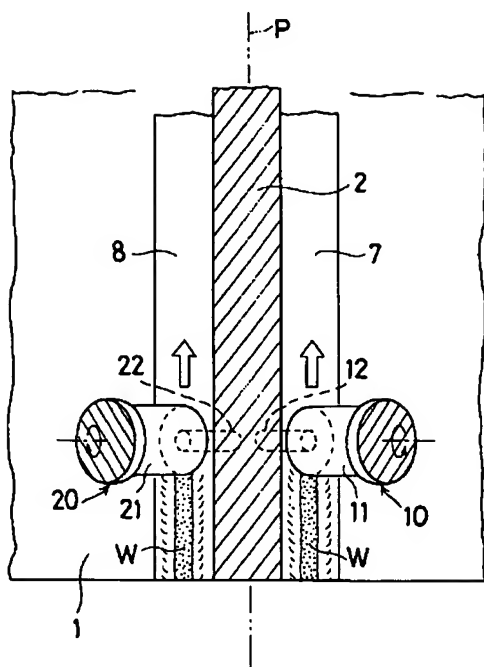


【図2】

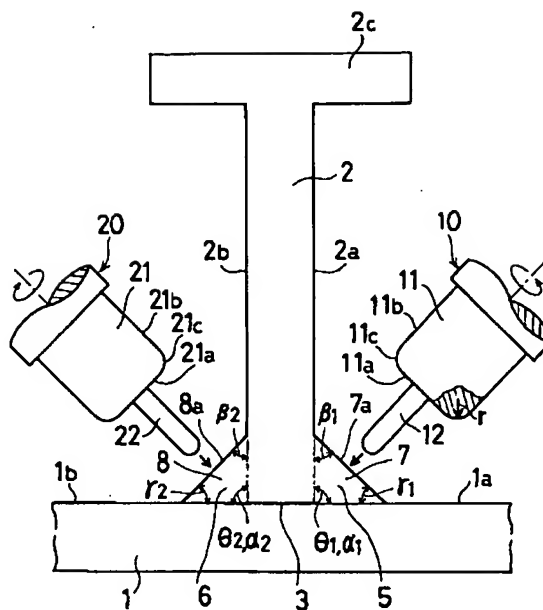




【図3】

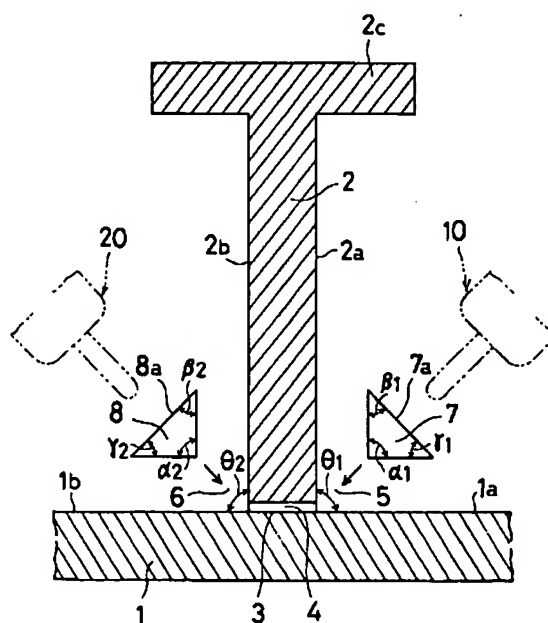
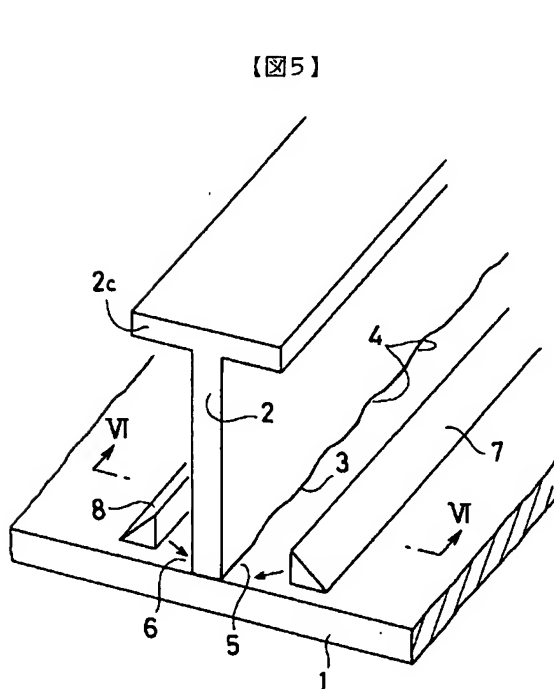


【図4】

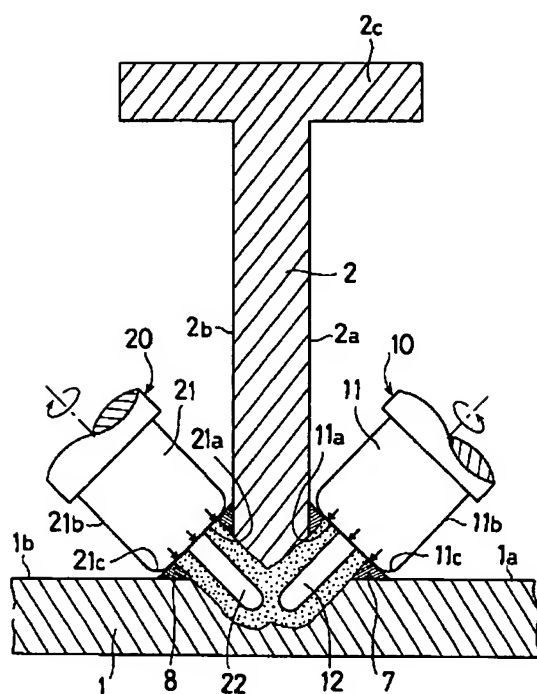


【図6】

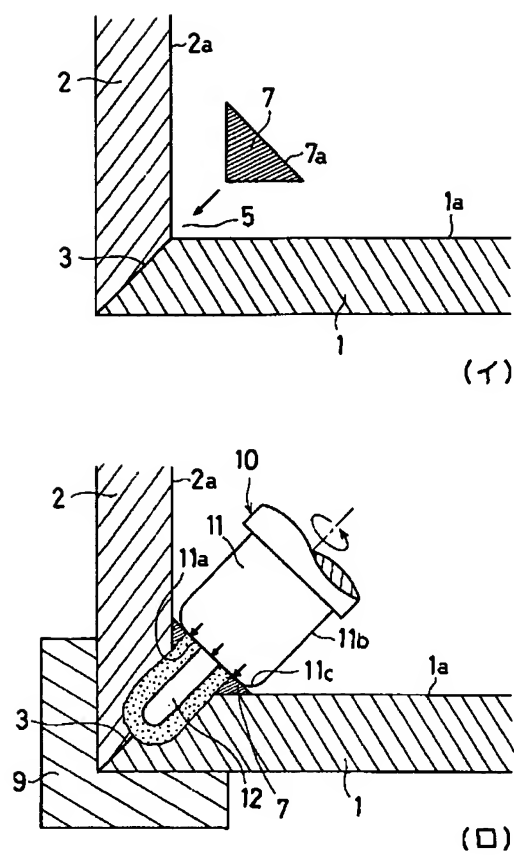
【図5】



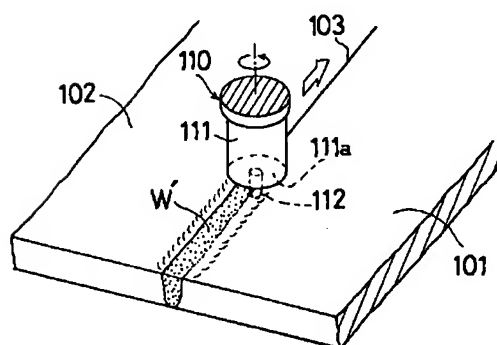
【図7】



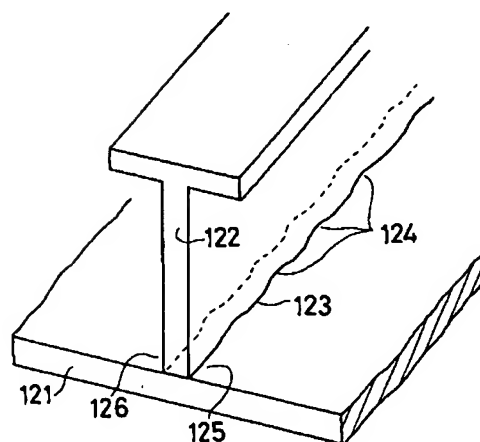
【図8】



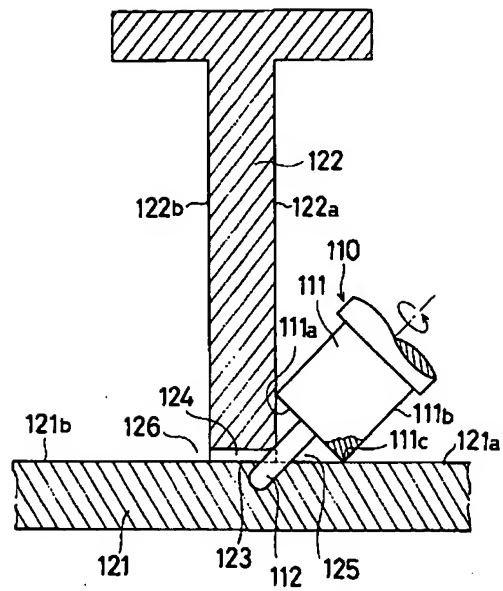
【図9】



【図10】



【☒ 1 1】



フロントページの続き

(72)発明者 榎本 正敏  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ  
ム株式会社内

Fターム(参考) 4E067 BG00 DA13 EC00 EC03